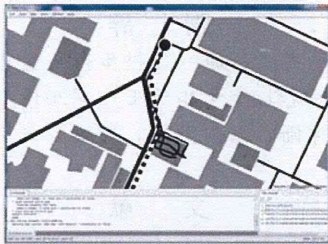
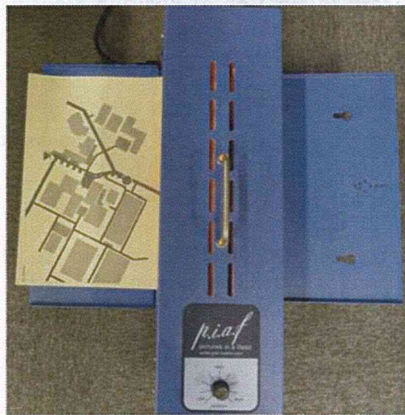


(1) JOSMを用いた衛星写真からの地図・ルート作成



(2) Maperitiveを用いた地図・ルート・軌跡データ読み込みと触地図・触軌跡印刷用ビットマップ描画



(3) 立体コピー作成機による触地図・触軌跡作成

図3 触地図・触軌跡作成システムの構成

成エンジンとしては、クリエートシステム開発社製のドキュメントトーカー for Andoroidを用いる。音声ガイドプログラムは、pgRouting から得られるルート探索結果から音声ガイドの内容を作成し、TTSを制御することで、音声ガイドを実現する。測位プログラムでは、ハードウェア構成を述べた際に触れた PDR, GPS, QZSS の統合処理を行う。また、PDR の中間処理過程や統合後の軌跡に基づく歩行動作の計測も本プログラムにより行う。システム設定やシステム全体の制御等は音声ナビ基本プログラムが担う。

3. 触地図・触軌跡作成システム

昨年度の実験[2]では、触地図は設定ルートの事前把握のために用いられた。また、触軌跡は歩行履歴を振

り返っての偏軌やルートからの逸脱等を確認するために用いられた。特に、歩行履歴のフィードバックについては、歩行速度やルート追従の正確さなどを数値で伝えることは可能であるが、ミクロに結果を確認することは難しいと言える。過去のインタビューの結果、触軌跡によって、どこでどの程度、歩行の偏軌が起こったのかを直感的に知ることができるという意見が得られているため、歩行訓練結果の訓練生へのフィードバック手段の1つとして想定している。

図3は、触地図・触軌跡作成システムの構成と大まかな作成手順を示している。まず、OSMのエディタである JOSM (Java OpenStreetMapEditor)[13]により、衛星写真をトレースして触地図用の建物や道路等の OSM データを作成する。その OSM データや、GPS などの測位データに基づく印刷用ビットマップの描画には、Maperitive[14]を用いる。得られたビットマップを、発泡剤が塗られたカプセルペーパーに通常のプリンタで印刷し、アメディア社製立体コピー作成機ピアフ (PIAF)により加熱することで、凹凸のある触地図・触軌跡が完成する。

触地図は実験や歩行訓練前にあらかじめ作成しておけばよいが、触軌跡は歩行した後でしか準備ができない。そのため、その作成に時間や工数がかかると、即座に歩行結果をフィードバックすることが困難となる。本システムはそのような課題の解決や軽減に寄与するものと期待される。

4. 音声ガイド中の不規則動作

音声ナビの安全性について、以前、音声ガイド直後の不規則動作について調べた[2]が、「直後」の定義が曖昧であったため、今回、同じデータを用いて改めて「音声ガイド中」の不規則動作について調査した。本実験中においては、歩行時間に占める音声案内の割合は約 40%であった。

「歩行の向きを急に变える」、「立ち止まる」、「歩行がふらつく」、「歩行が遅くなる」、「障害物に接触する」の5種類を不規則動作として、目視でそれらの回数をカウントした。その結果、音声ガイド中の不規則動作の頻度は1.6回/分、それ以外が0.5回/分となり、有意な差が見られた (Wilcoxon の符号付順位和検定, $p=0.041$)。このことから、本実験では、音声ナビがモビリティに負の寄与を与えていたことが再確認された (図4)。

表1にも示したが、文献[2]に示すインタビュー調査では、白杖歩行の場合のモビリティ確保の負荷や環境・反射音の寄与が盲導犬のそれらよりも高いため、音声ナビ使用の認知的負荷も高いことが確認された。一方、盲導犬歩行の方がモビリティのための認知的負

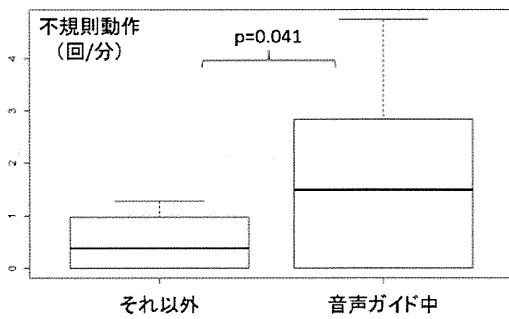


図4 音声ガイド中の不規則動作頻度

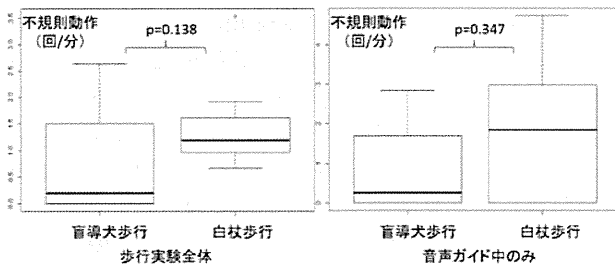


図5 盲導犬歩行と白杖歩行での不規則動作頻度

荷が相対的に低く、音声ナビを扱うための認知心理的余裕が大きいと考えられる。そこで、不規則動作の頻度を確認したところ、図5のように、白杖歩行と盲導犬歩行とで有意な差は見られなかった (Mann-WhitneyのU検定、歩行実験全体で $p=0.138$ 、音声ガイド中のみで $p=0.347$)。盲導犬歩行の方が、不規則動作頻度が低い傾向があるように見受けられるが、データ数を増やすなどの必要があるであろう。

5. おわりに

本稿では、スマートフォンベースの音声ナビと、触地図・触軌跡の作成システムの開発状況について報告した。また、昨年度のデータを用いた歩行中の不規則動作と音声ガイドに関する分析結果についても述べた。

音声ガイドの内容の構造や構成、提供タイミングと、その効果との関係に注目して設計・開発を進めることが今度ますます重要となっていくものと考えられる。例えば、「道なり」などのルートに関する歩行者自身の感覚と、音声ナビでの表現、盲導犬の感覚のすり合わせが必要とされる点は、盲導犬歩行特有で、白杖歩行とは異なるというコメントが過去のインタビュー[2]から得られている。また、4節で示した分析の結果から、音声ガイドと不規則動作とは深く関係するという仮説を立てることができる。これらのことから音声ガイドの内容の構造や構成、提供タイミングの重要性を再認識することができる。

PDRやQZSS測位での不規則動作の自動検出が可能かどうか検討課題の1つである。これが実現すれば、不規則動作と音声ガイドとの関係の分析を効率的にすることが可能となる。

各システムを用いた被験者実験も行う計画である。その中で、正確性(局所・大局)、安全性、能率性(局所・大局)、不安に関する指標設計を進めると共に、触軌跡を含めた歩行結果のフィードバック方法の設計を進める計画である。

謝辞

本研究は、厚労省科研「白杖歩行・盲導犬歩行・同行援護歩行に対応したマルチモーダル情報処理技術に基づく訓練と評価の循環支援」プロジェクトの一環として行われた。

文献

- [1] T. Kurata, M. Kourogi, T. Ishikawa, Y. Kameda, K. Aoki, and J. Ishikawa, "Indoor-Outdoor Navigation System for Visually-Impaired Pedestrians: Preliminary Evaluation of Position Measurement and Obstacle Display", In Proc. ISWC2011, pp.123-124, 2011.
- [2] 蔵田武志, 関喜一, 興梠正克, 石川准, "白杖歩行と盲導犬歩行における音声ナビの役割 ~ 歩行訓練支援に向けて ~", 信学技法 MVE2012-96, vol.112, No.474, pp.5-10, 2013.
- [3] 視覚障害児・者の理解と支援, 芝田裕一(著), 北大路書房, 2007.
- [4] B. B. Blasch, W. R. Wiener and R. L. Welsh, Foundations of Orientation and Mobility 2nd Ed., 1977.
- [5] M. Kourogi and T. Kurata, "Personal Positioning Based on Waling Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera", ISMAR2003, pp.103-112, 2003.
- [6] 興梠正克, 石川智也, 蔵田武志, 歩行者デッドレコニングに基づくハンドヘルド端末の屋内外測位技術, 信学技報 MVE2010-96, pp.171-176, 2011.
- [7] FOSS4G HANDBOOK, OSGeo 財団(著), 森亮(監修), 開発社, 2011.
- [8] OpenStreetMap: <http://www.openstreetmap.org/>
- [9] pgRouting: <http://pgrouting.org/>
- [10] PostGIS: <http://www.postgis.net/>
- [11] MapServer: <http://mapserver.org/>
- [12] OpenLayers: <http://openlayers.org/>
- [13] JOSM: <http://josm.openstreetmap.de/>
- [14] Maperitive: <http://maperitive.net/>

